

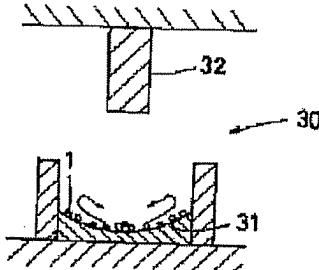
PRODUCTION OF HARD GRAIN

Publication number: JP8038917
Publication date: 1996-02-13
Inventor: AMANO MASAHIRO
Applicant: KOMATSU MFG CO LTD
Classification:
- international: B02C1/02; B02C19/18; B02C1/00; B02C19/00; (IPC1-7): B02C1/02; B02C19/18
- European:
Application number: JP19940181564 19940802
Priority number(s): JP19940181564 19940802

[Report a data error here](#)

Abstract of JP8038917

PURPOSE: To easily and inexpensively obtain desired hard grain in a method of producing hard grain by which a hard waste material is struck to crush it by making the area of the striking tip of a striking means smaller than that of a striking part on which the hard waste material is mounted. **CONSTITUTION:** In a crusher 30, a hard waste material 1 consisting of an used cutting tool is mounted on a striking part 31 made of die steel, and the striking part 31 is formed into a recessed surface like a mortar, and the hard material 1 mounted on the striking part 31 is struck by a punch 32 made of die steel to be crushed. The area of the tip for striking the hard waste material 1 of the punch 32 is rather smaller than that of the mortar-shaped striking part 31. In this way, since the hard waste material 1 mounted on the striking part 31 is gradually and partly crushed by the punch 32, large force such as that required in the case the hard material 1 is all crushed at once is not required. That is, large force expressed in terms of force per unit area can be applied on a part of the hard waste material 1 to easily crush it.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-38917

(43)公開日 平成8年(1996)2月13日

(51)Int.Cl. ⁶ B 02 C 1/02 19/18	識別記号 Z B E	庁内整理番号 F I	技術表示箇所
--	---------------------	---------------	--------

審査請求 未請求 請求項の数17 O.L (全 6 頁)

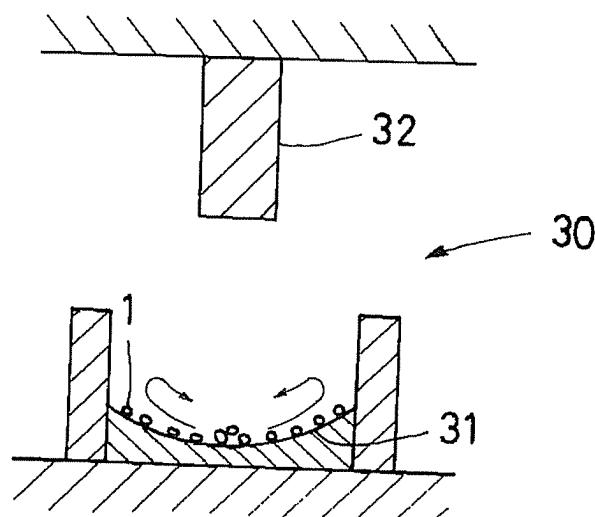
(21)出願番号 特願平6-181564	(71)出願人 000001236 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂二丁目3番6号
(22)出願日 平成6年(1994)8月2日	(72)発明者 天野 昌春 大阪府枚方市上野3-1-1 株式会社小 松製作所生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 杉浦 俊貴 (外1名)

(54)【発明の名称】 硬質粒の製造方法

(57)【要約】

【目的】 韧性を有する硬質粒を低成本で得る。
【構成】 使用済の切削チップのような硬質廃材1をダイス鋼製の白型打撃部31の上に載置し、径の小さいダイス鋼製のパンチ32により打撃することによりその硬質廃材1を少しづつ破碎する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 使用済の硬質廃材を圧碎機の打撃部上に載置しその載置されている硬質廃材を打撃手段により打撃することによりその硬質廃材を破碎する硬質粒の製造方法であって、前記硬質廃材が載置される打撃部の面積より前記打撃手段の硬質廃材を打撃する先端の面積が小さいことを特徴とする硬質粒の製造方法。

【請求項 2】 前記打撃部が凹状面を形成しており、この凹状面の中心部に載置されている使用済の硬質廃材を前記打撃手段が打撃することを特徴とする請求項 1 に記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 3】 前記打撃手段が交換可能なものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 4】 前記打撃部および前記打撃手段がダイス鋼よりなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 5】 前記打撃部が高韌性材に塊状硬質材を埋め込んでなるものであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 6】 前記使用済の硬質廃材に、打撃部上で破碎前に予め亀裂または脆弱相を形成しておくことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 7】 前記使用済の硬質廃材が使用済の切削工具であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のうちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 8】 使用済の硬質廃材を圧碎機の打撃部上に載置しその打撃部上で前記硬質廃材を破碎する硬質粒の製造方法であって、打撃部上で破碎前に前記硬質廃材に予め亀裂または脆弱相を形成しておくことを特徴とする硬質粒の製造方法。

【請求項 9】 前記使用済の硬質廃材が使用済の切削工具である請求項 8 に記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 10】 前記打撃部が高韌性材に塊状硬質材を埋め込んでなるものであることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 11】 前記硬質廃材を導電性の支持部材の上に並べ、この硬質廃材にアーク電極からアークを放電して加熱することによりその硬質廃材に亀裂または脆弱相を形成する請求項 8 乃至 10 のうちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 12】 前記硬質廃材を支持部材の上に並べ、この硬質廃材にレーザー光発生装置からレーザー光を照射して加熱することによりその硬質廃材に亀裂または脆弱相を形成する請求項 8 乃至 10 のうちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 13】 前記硬質廃材を一方の電極である導電性支持体の上に並べ、この硬質廃材に他方の電極から放電して加熱することによりその硬質廃材に亀裂または脆弱相を形成する請求項 8 乃至 10 のうちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

弱相を形成する請求項 8 乃至 10 のうちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 14】 前記加熱される硬質廃材を且つ冷却する請求項 11 乃至 13 うちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 15】 前記打撃部に埋め込まれる塊状硬質材が前記硬質廃材である請求項 8 乃至 14 のうちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 16】 前記打撃部が交換可能な金型である請求項 8 乃至 15 のうちのいずれかに記載の硬質粒の製造方法。

【請求項 17】 使用済の切削工具の硬質廃材を破碎してなる硬質粒。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、耐摩耗複合材料の構成素材として用いることのできる硬質粒およびそのような硬質粒を製造する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、耐摩耗複合材料の構成素材に用いられる硬質粒として鋳造粒、破碎粒、焼結粒が市販されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 市販の鋳造粒、破碎粒は比較的安価であるがほとんど韌性がないため建設機械の土砂摩耗部品のような大きな衝撃を受ける部材には適用することができない。これに対し、焼結粒は韌性を有するので大きな衝撃を受ける部材にも用いることができるがかなり高価である。

【0004】 このために、市販品を購入せず、焼結体からなる切削チップ等を圧搾機を用いて破碎して硬質粒を得ることが考えられるが、切削チップ等を効率よくそのまま破碎することは困難である。

【0005】 本発明は前記問題点に鑑み成されたものであり、所望の硬質粒を容易に安価で得ることを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、前記目的を達成するために銳意検討を重ねた結果、硬質粒の材料として硬質廃材を用いることにより硬質粒の製造コストを低下させ、前記硬質廃材を特別の圧碎機を用いることにより又は圧碎機による破碎前に予備処理しておくことにより大量に良好な破碎を行い得ることを見出し本発明を完成するに至ったものである。

【0007】 前記目的を達成するために本発明の硬質粒の製造方法は、第 1 に、使用済の硬質廃材を圧碎機の打撃部上に載置しその載置されている硬質廃材を打撃手段により打撃することによりその硬質廃材を破碎する硬質粒の製造方法であって、前記硬質廃材が載置される打撃部の面積より前記打撃手段の硬質廃材を打撃する先端の

面積が小さいことを特徴とするものである。

【0008】

【作用】前記第1の特徴を有する本発明の方法によれば、打撃部の面積より打撃手段の硬質廃材を打撃する先端の面積が小さく、この打撃手段の先端にかかる単位面積当たりの圧力を高出力の加圧装置を用いることなく容易に高めることができるので硬質廃材に大きな圧力がかかり容易に破碎される。また、打撃手段の方が寸法が小さいことから打撃手段の先端により打撃された硬質廃材が打撃手段の周囲に逃げることができ負荷オーバーの問題が生じない。そして、硬質粒の材料として使用済の切削チップやドリル等の硬質廃材を用いるので材料費をかけずに硬質粒を製造することができる。

【0009】この本発明において、打撃部を凹状面に形成し、この凹状面の中心部に載置されている使用済の硬質廃材を打撃手段が打撃するようにすれば、この中心部である程度破碎された硬質廃材が凹状面の外周領域にはじき飛ばされ、新たな硬質廃材がその中心部分に滑り込んで破碎されるとともに、このある程度破碎されはじき飛ばされた硬質廃材も再びその中心部分に滑り落ちてきて充分な程度まで破碎されるので硬質粒の破碎が良好に行われる。しかし、打撃手段の先端の面積は小さく摩耗しやすいので打撃手段は交換可能なものであることが好ましい。また、この前記打撃部および前記打撃手段をダイス鋼製にすれば硬質廃材が良好に破碎される。また、打撃部を高韌性材に塊状硬質材を埋め込んだものとすれば適度な韌性と硬度を有するためその打撃部および打撃手段の損傷を少なくすることができる。本発明で用いられる使用済の硬質廃材に、打撃部上での破碎前に予め亀裂または脆弱相を形成しておけばその硬質廃材が効果的に破碎される。さらに、この使用済の硬質廃材が使用済の切削チップまたはドリルであれば、この切削チップやドリルは熱間等方加圧(HIP)処理された焼結体からなるので望ましい韌性を有する硬質粒が得られる。使用済の切削チップやドリルはほぼ無償で入手されるので市場では高価な硬質粒が非常に低いコストで得られる。

【0010】本発明の硬質粒の製造方法は、第2に、使用済の硬質廃材を圧碎機の打撃部上に載置しその打撃部上で前記硬質廃材を破碎する硬質粒の製造方法であって、打撃部上での破碎前に前記硬質廃材に予め亀裂または脆弱相を形成しておくことを特徴とするものである。

【0011】

【作用】この第2の特徴を有する本発明の方法によれば、第1の特徴を有する本発明と同様に硬質粒の材料として使用済の硬質廃材を用いるので材料費がかからない。また、硬質廃材に予め亀裂または脆弱相を形成しておいてから破碎するので特別の圧碎機を用いることなく硬質廃材を容易に破碎することができ、また破碎容易であることから圧碎機を傷めないので硬質粒の製造コスト

を下げることができる。

【0012】この第2の特徴を有する本発明の方法において、硬質廃材の破碎のために用いる圧碎機の打撃部として高韌性材に塊状硬質材を埋め込んだものを用いればその打撃部が韌性と硬さとを併有し、従来の打撃部のような韌性不足による破損または硬度不足による損傷が生じない。また、硬質廃材に予め亀裂または脆弱相を形成する方法として、例えば、導電性の支持部材の上に並べられた硬質廃材へのアークの放電、支持部材の上に並べられた硬質廃材へのレーザー光の照射、または導電性支持体の上に並べられた硬質廃材への他の電極からの放電が成される。これらの方法により硬質廃材が部分的に急熱されひずみ応力により硬質廃材に良好に亀裂が発生し、または高熱により脆弱相が形成される。このような急熱の際、硬質廃材を冷却すればひずみ応力がさらに大きくなり亀裂の形成が促進される。急熱と冷却を交互に繰り返せば更に効果的である。また、圧碎機の打撃部に埋め込まれる塊状硬質材として前記切削チップやドリル等の硬質廃材を用いれば圧碎機の費用を節約することができる。また、前記打撃部を交換可能な圧碎機とすれば圧碎機のコストを更に低下させることができる。

【0013】本発明はまた、使用済の切削工具の硬質廃材を破碎してなる硬質粒に関するものである。

【0014】

【作用】この硬質粒は切削工具のようなHIP処理された焼結体からなるので望ましい韌性を有する。使用済の切削工具はほぼ無償で入手されるのでその硬質粒は非常に低いコストで得られる。

【0015】

【実施例】次に、本発明による硬質粒および硬質粒の製造方法について図面を参照しつつ説明する。

【0016】(実施例1) 図1に本発明の一実施例により硬質廃材1に亀裂または脆弱相を形成する方法が示されている。硬質廃材1としては使用済の切削工具が用いられる。

【0017】図1において、硬質廃材1が銅製の導電性水冷チラー2(導電性の支持部材)の上に並べられている。この導電性水冷チラー2は円盤状であって下側に水が流されており、硬質廃材1は下側から銅を介して水冷される。また、導電性水冷チラー2の材料として銅を用いたのは熱伝導性が良く優れた冷却作用を奏するからである。このように硬質廃材1が水冷されている状態において、例えばアーク電極3と導電性水冷チラー2とにアーク電極3がマイナスになるように電圧を印加して150~250Aの電流を流す。これによりアーク電極3から発生したアーク4(アーク長1.6mm)が硬質廃材1にあてられる。このアーク電極3としては例えば直径2.4mmのタンゲステン電極棒が用いられる。こうして、アーク4があてられた部分は局部的に加熱され水冷されている硬質廃材1中に熱の差によるひずみ応力が生

じるために硬質廃材1に亀裂または脆弱相が形成される。なお、アーク発生装置5は円盤状の導電性水冷チラー2に沿ったx y平面内を例えば50cm/分の速度で走査され、全ての硬質廃材1にアーク4があてられて亀裂または脆弱相が形成される。また、硬質廃材1の同じ部分に対してアーク4のオン・オフを繰り返すことによりその部分の急熱・急冷を繰り返して、より効果的に亀裂または脆弱相を形成することができる。

【0018】以上のように亀裂または脆弱相が形成された硬質廃材1が図2(a)に示されているように圧碎機20の打撃部21の上に置かれる。打撃部21は図2(b)には円柱形のものが示されているが円柱以外の角柱等の形状であってもよく、この打撃部21は高韌性材22に塊状硬質材23が常法により埋め込まれてなるものである。この塊状硬質材23としては限定されないが硬質廃材1と同様の切削工具の廃材が用いられることが経済的である。例えば高韌性材としてはクロムモリブデン鋼などが用いられる。このように打撃部21は高韌性材22に塊状硬質材23が組み合わされているので硬さと韌性を兼ね備え破損または損傷しにくい耐久性のあるものである。また、打撃部21はダイス24により支持されており、ケース25に沿って例えば円柱形のパンチ26が降下され打撃部21上の硬質廃材4が打撃されることにより硬質廃材1が破碎される。このパンチ26の形状は、円柱以外の形状であってもよい。また、パンチ32も高韌性材に塊状硬質材を埋め込んだものであってもよい。この硬質廃材1は前述のように予め亀裂または脆弱相が形成されているので、パンチ26の加圧はさほど大きくなくてよく、応力に換算して 63kgf/mm^2 以下でよい。但し、パンチの加圧が 63kgf/mm^2 であっても、実際には硬質廃材1とパンチ26の下面是部分的にしか接触しないのでその数倍の応力が作用していると考えられる。また、予め亀裂または脆弱相が形成されていることにより硬質廃材1は良好に均一に破碎される。このようにして破碎動作の繰り返しにより所望の粒径を得ることができる。なお、硬質廃材1として用いられる使用済の切削工具はHIP処理された焼結体であるので前述のようにして得られる硬質粒は韌性を有し、大きな衝撃のかかりやすい部分の耐摩耗複合材料の構成素材として好ましく用いられる。

【0019】図1においてはアークを利用することにより硬質廃材1に亀裂または脆弱相が形成されたが、図3に示されているようにレーザー光を照射することにより亀裂または脆弱相が形成されてもよい。この図3において硬質廃材1が銅製の水冷チラー6(支持部材)の上に置かれている。また水冷チラー6は図1の導電性水冷チラー2と同様に円盤状のものであって下側に水が流されており、硬質廃材1は下側から銅を介して水冷される。このように水冷されている硬質廃材1に例えばCO₂源のレーザー光発生装置7からレーザー光8が照射され

る。例えば照射部分9の径は1.5mmとされる。このレーザー光8が照射された部分は局部的に加熱され亀裂または脆弱相が形成される。なお、水冷チラー6は水平面であるx y平面内を例えば100cm/分の速さで移動され、全ての硬質廃材1にレーザー光8が照射されて亀裂または脆弱相が形成される。また、硬質廃材1の同じ部分に対するレーザー光照射のオン・オフを繰り返すことにより効果的に亀裂または脆弱相を形成することができる。

【0020】また、図4に示されているように放電により硬質廃材1に亀裂または脆弱相が形成されてもよい。この図4において硬質廃材1は円盤状の導電性加工盤10(導電性支持体)の上に並べられている。なお、導電性加工盤10の上方には電極駆動部11より送られるワイヤー電極12が設けられている。例えばこのワイヤー電極12としては直径0.2mmで比抵抗が $4 \times 10^4 \Omega\text{cm}$ の真鍮ワイヤーが用いられる。これら硬質廃材1、導電性加工盤10、ワイヤー電極12は図示されているように加工槽13に満たされた冷却加工液14中に浸漬されている。この冷却加工液14としては水が好ましく用いられる。このような状態において、ワイヤー電極12が例えば3m/分の一定速度で送られつつ導電性加工盤10とワイヤー電極12とに電圧が印加されることによりワイヤー電極12から硬質廃材1に放電が起これば硬質廃材1が加熱される。また、硬質廃材1は冷却加工液14により冷却されているので硬質廃材1に熱の差による応力が生じて亀裂が発生し、または放電による加熱により脆弱相が形成される。なお、導電性加工盤10は水平面であるx y平面内を移動し、それにより全ての硬質廃材1に放電が成され亀裂または脆弱相が形成される。また、硬質廃材1の同じ部分に対する放電による加熱を繰り返して亀裂または脆弱相を効果的に形成することができる。

【0021】(実施例2) 本発明のもう一つの実施例において用いられる圧碎機30が図5に示されている。この圧碎機30において、ダイス鋼製の打撃部31の上に使用済の切削工具からなる硬質廃材1が載置される。この打撃部31は白のように凹状面(R132.5cmの球の一部が切断された面)を形成している。打撃部31の上に載置された硬質廃材1はダイス鋼製のパンチ32により打撃されて破碎される。このパンチ32の硬質廃材1を打撃する先端(直径40cmの円形)の面積は前記白型打撃部31(上方から見た断面は直径140cmの円形)の面積よりかなり小さい。このことにより、パンチ32は打撃部31上に載置されている硬質廃材1を少しづつ部分的に破碎していくので、硬質廃材1を一度に破碎する場合のように大きな力は必要とされない。すなわち、特別に高出力の装置を用いることなく硬質廃材1の一部に単位面積換算で大きな圧力をかけることができるので従来は破碎しにくかった切削工具が容易

に破碎される。また、このようにパンチ32の寸法の方が小さいことによってパンチ32により硬質廃材1を打撃したときにパンチ32の下側の硬質廃材1が周囲にはじき飛ばされ逃げることができるのでパンチ32に負荷を与えるプレスが負荷オーバーにならない。さらに、打撃部31は白型なのでパンチ32による打撃中、既に打撃された硬質廃材および未だ打撃されていない硬質廃材が図5中矢印で示すように循環するので硬質廃材が繰り返し破碎され所望の硬質粒が得られる。なお、パンチ32は繰り返し硬質廃材1に打撃され消耗が激しいので交換可能な部材として設けられている。また、打撃部31を高韌性材に塊状硬質材を埋め込んだものとすれば韌性および硬度を併有することにより損傷が少なくなる。塊状硬質材として前記使用済の切削工具を破碎してなる硬質粒を用いれば経済的である。さらに、パンチ32を高韌性材に塊状硬質材を埋め込んだものとしてもよい。

【0022】このような図5に示されている圧碎機30に約5kgの使用済硬質廃材1仕込み、パンチ32にプレスにより100トンの荷重をかけ60回/分の割合で5分間、パンチ32の下死点が打撃部31から8mmの位置であるように硬質廃材1を打撃したところプレスの負荷オーバーの問題もなく硬質廃材1が良好に破碎され所望の硬質粒が得られた。なお、パンチ32による加圧の大きさを単位面積当たりで換算すると約80kgf/mm²であり実施例1で予亀裂を生じさせた場合よりはやや大きい。

【0023】以上の実施例は例示を目的とするものであり本発明の概念および請求の範囲から外れない範囲で他の構成を採用することができる。

【0024】

【発明の効果】第1の特徴を有する本発明の方法によれば、打撃手段の先端の寸法が小さいことからその先端にかかる単位面積当たりの圧力を容易に高めることができるので硬質廃材に大きな圧力がかかり容易に破碎されとともに、打撃された硬質廃材が周囲に逃げることができ負荷オーバーの問題が生じない。そして、この硬質粒の材料として使用済の硬質廃材を用いるので硬質粒を廉価に製造することができる。この本発明において、打撃部を凹状面に形成し、この凹状面の中心部に載置されている使用済の硬質廃材を打撃手段が打撃するようすれば、この中心部に硬質粒子が集まつくるので硬質粒の破碎が良好に行われる。この打撃手段は消耗しやすいので交換可能なものであることが好ましい。また、この前記打撃部および前記打撃手段をダイス鋼製にすればその打撃部および打撃手段の損傷を少なくすることができる。また、この使用済の硬質廃材に、打撃部上での破碎前に予め亀裂または脆弱相を形成しておけばその硬質廃材が効果的に破碎される。さらに、この使用済の硬質廃材が使用済の切削工具であれば、望ましい韌性を有する硬質粒が得られる。この使用済の切削工具はほぼ無償で

入手されるので硬質粒が非常に低いコストで得られる。

【0025】第2の特徴を有する本発明の方法によれば、硬質廃材に予め亀裂または脆弱相を形成しておいてから破碎するので硬質廃材が破碎し易く圧碎機の負担が少ないので圧碎機のメインテナンスによる製造コストの上昇を抑えることができる。

【0026】ここで、硬質廃材の破碎のために用いる圧碎機の打撃部として高韌性材に塊状硬質材を埋め込んだものを用いれば、従来の打撃部のような韌性不足による破損または硬度不足による損傷が生じない。また、導電性支持部材の上に並べられた硬質廃材へのアークの放電、支持部材の上に並べられた硬質廃材へのレーザー光の照射、または導電性支持体の上に並べられた硬質廃材への他の電極からの放電を行うことにより硬質廃材を部分的に急熱しひずみ応力により硬質廃材に良好に亀裂が発生し、または放電による高熱により脆弱相を形成することができる。さらに急熱するとともに硬質廃材を冷却すればひずみ応力がさらに大きくなり亀裂の形成が促進される。急熱と冷却を交互に繰り返せば更に効果的である。また、圧碎機の打撃部に前記切削工具を埋め込むことにより圧碎機の費用を節約することができる。また、前記打撃部を交換可能な金型として圧碎機のコストを更に低下させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の一実施例において使用済の切削工具に亀裂または脆弱相を形成させる方法を説明する図である。

【図2】図2は、本発明の一実施例において使用済の切削工具を破碎するための圧碎機の断面図である。

【図3】図3は、本発明の一実施例において使用済の切削工具に亀裂または脆弱相を形成させるもう一つの方法を説明する図である。

【図4】図4は、本発明の一実施例において使用済の切削工具に亀裂または脆弱相を形成させるさらにもう一つの方法を説明する図である。

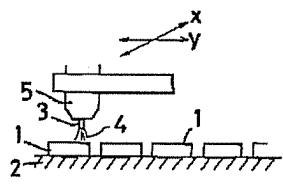
【図5】図5は、本発明のもう一つの実施例において使用済の切削工具を破碎するための圧碎機の断面図である。

【符号の説明】

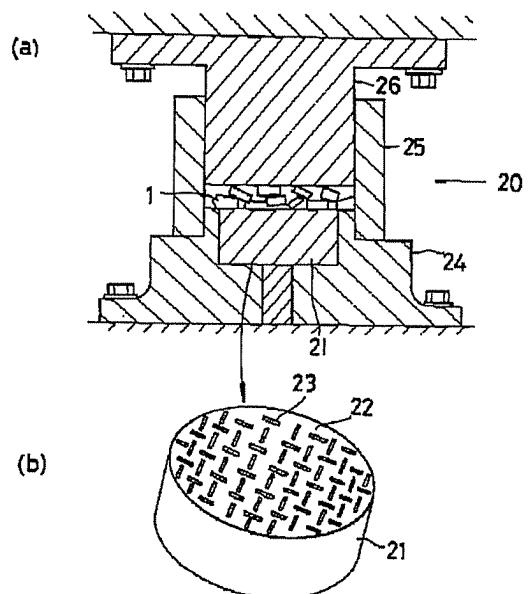
- 1 硬質廃材（使用済の切削工具）
- 2 導電性水冷チラー
- 3 アーク電極
- 4 アーク
- 5 アーク発生装置
- 6 水冷チラー
- 7 レーザー光発生装置
- 8 レーザー光
- 9 照射部分
- 10 導電性加工盤
- 11 電極駆動部

- | | |
|--------------|--------------|
| 1 2 ワイヤー電極 | 2 2 高韌性材 |
| 1 3 加工槽 | 2 3 塊状硬質材 |
| 1 4 冷却加工液 | 2 4 ダイス |
| 2 0, 3 0 圧碎機 | 2 5 ケース |
| 2 1, 3 1 打撃部 | 2 6, 3 2 パンチ |

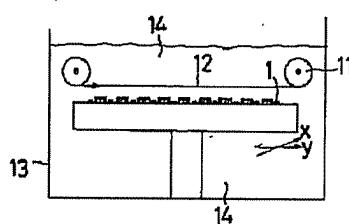
【図1】



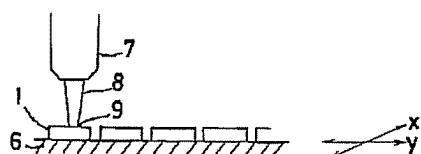
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

